Aquatische Randbiotope: hygropetrische Lebensräume und Überschwemmungswiesen

Wolfram GRAF

Abstract: **Aquatic biotopes at the edge: hygropetric habitats and temporary flooded meadows**. Biodiversity in freshwater ecosystems is extremely rich compared to terrestrial habitats. Especially aquatic invertebrates contribute significantly to the overall species richness and specific adaptations in terms of morphology, physiology or life history enable them to colonise each type of aquatic habitat in various and manifold ways.
The article presents two specific habitat types, which are rarely perceived to be essential for aquatic species and focus on the ecology of their colonisers within the insect order Trichoptera.

Key words: Trichoptera, hygropetric, temporary wetlands, species traits.

Einleitung

Die Biodiversität in Süßwasser-Systemen ist überaus hoch; während ihre Oberfläche nur 0,8% der Erde beträgt, so tragen sie mit etwa 6% der bisher bekannten Arten überproportional zum Artenreichtum bei (GLEICK 1996). Dieser Artenreichtum wird durch evolutive Anpassungen der Organismen an spezielle Habitatbedingungen erreicht, wobei Quellen, Bäche, Flüsse und stehende Gewässer in all ihren typologischen Ausprägungen unterschiedliche chemisch-physikalische Faktorenkombinationen aufweisen, die von distinkten Lebensgemeinschaften besiedelt werden. In diesem Artikel sollen zwei aquatische Lebensräume aus Sicht ihrer Köcherfliegenfauna näher vorgestellt werden, die selten bewusst wahrgenommen werden. Beide werden von hochspezialisierten Arten besiedelt.

Hygropetrische Lebensräume

Hygropetrische Habitate (von hygr- feucht; petr- Stein), sind spezielle Lebensräume, wobei Wasser dünn über Steine rieselt (Abb.1). Oftmals werden auch Spritzwasserzonen an Fließgewässern damit gemeint. Sumpfige Bereiche von Quellen werden zwar ebenfalls als hygropetrisch bezeichnet, beherbergen jedoch eine gänzlich andere Fauna. Dieser Artikel behandelt die Fauna von oftmals sehr kleinräumigen Abschnitten von Quellen oder Quellbächen, die über steile Abhänge rinnen und von Flurbezeichnungen wie „Rinnende Wand“ oder „Ewiger Regen“ sehr bezeichnend charakterisiert werden.

Hygropetrische Stellen sind inselartig verbreitet und werden von einer hochspezialisierten Fauna besiedelt. Die meisten Arten ernähren sich durch das Abkratzen von Algenbelägen. Zu ihnen zählen Vertreter der Dipterenfamilie der Tastermücken (Dixidae) und der Waffenfliegen (Stratiomyidae) sowie der Schmetterlingsmücken (Psychodidae). Daneben wandern auch typische Quellbach-Organismen wie Hakenkäfer (Elmidae) ein, in Spalten und Ritzen sind vereinzelt Libellen der Art *Cordulegaster bidentata* vertreten. Unter den Köcherfliegen sind vor allem die Familien Psychomyiidae und Hydroptilidae an diese speziellen Bedingungen angepasst (WARINGER & GRAF 2011). Psychomyiidae bauen galerieartige Röhren, in denen die Larven leben. Sie weiden die Umgebung mit ihren Mandibeln ab; von manchen Arten wird auch berichtet, dass sie mittels der Röhren organisches Material filtern und sporadisch auch die algenbewachsenen Tunnel selbst fressen. Die alpin verbreitete Art *Tinodes zelleri* wurde bislang ausschließlich auf hygropetrischen Habitaten gefunden, als sporadischer Einwanderer tritt die auch in Bächen lebende Art *Tinodes dives* auf (DANECKER 1961).

Innerhalb der Hydroptilidae, den kleinsten Köcherfliegen mit Flügellängen zwischen 2 bis 5mm, lebt die Gattung *Stactobia* in Mitteleuropa ausschließlich auf überrieselten Felsen. Aus Österreich waren bislang *S. eatoniella* und *S. moselyi* bekannt. In Kärnten wurde schon vor längerer Zeit eine dritte Art *S. caspersi* nachgewiesen und von MALICKY (2009) in das Arteninventar Österreichs aufgenommen. Die genauen Fundangaben (Trögerner Klamm, südwestlich Badeisenkappel,

Denisia **33**,
zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums
Neue Serie **163** (2014):
265-272



Abb. 1: «Ewiger Regen» in Südkärnten, Habitat von *Stactobia eatoniella* und *S. moselyi*.



Abb. 2: Überrieselter Felsen mit galerieartigen Tunneln der Art *Tinodes zelleri*.

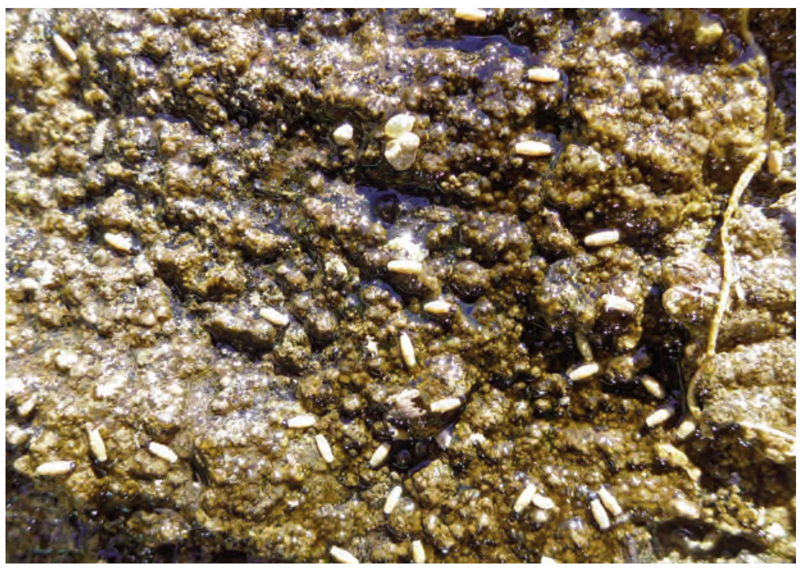


Abb. 3: Larven von *Stactobia eatoniella* an der Wasserfassung in Abb. 5.

46°27'15"N, 14°29'28"O, 750m Sh., 10.8.2003, 1 Männchen, leg. & det. Graf) wurden jedoch noch nicht publiziert. Die Art wurde auch in Slowenien (Trenta, 46°27'24"N; 14°30'04"O, 22.8.1999, 2 Männchen, leg. & det. Graf) gefunden und stellt einen Neunachweis für die Landesfauna dar (KRUŠNIK & URBANI 2002).

Die Larven sind winzig (etwa 2mm Körperlänge, Abb. 3) und wie bei allen Hydroptilidae baut erst das 5. Larvenstadium einen Köcher, der tönnchenartig ist, aus minerogenen Teilen besteht und mit Spinnseide verkleidet ist. Sie sind meist sehr zahlreich an geeigneten Habitaten zu finden, das ungeübte Auge muss sich allerdings erst auf die Größenverhältnisse einstellen. *S. eatoniella* mag als Beispiel des Lebenszyklus der Gattung dienen. Nach DANECKER (1961) fliegen die Imagines dieser Art an hygropetrischen Stellen von Juni bis August. Die großen und leuchtend orangeroten Eier werden in Gruppen zu etwa 70 Stück in verlassene Puppenköcher abgelegt, da sie sonst an den fast senkrechten überrieselten Felsen abgeschwemmt würden. Mitte Juni erscheinen die ersten Junglarven; die Dauer dieses ersten Stadiums beträgt im Mittel 11 Tage. Auch die weiteren Stadien werden schnell durchlaufen, und im August können bereits die ersten, nunmehr köchertragenden Stadien beobachtet werden, die sich erst im Mai-Juni des nächsten Jahres verpuppen.

Die adulten Tiere zeigen erst bei Sonneneinstrahlung Aktivitäten; sie machen kurze, sprungartige Flüge und sind offensichtlich nicht nachtaktiv, da sie mit Lichtfallen kaum erbeutbar sind (MALICKY 2009).

Eine weitere, strikt hygropetrisch lebende Gattung der Hydroptilidae ist *Microptila*. *M. minutissima* (Flügellänge 2mm), zählt ebenfalls zu den spezialisierten Weidegängern von hygropetrischen Habitaten und kommt dort mit Arten der Gattung *Stactobia syntop* vor (GRAF et al. 2004). Als Nahrung dienen dabei hauptsächlich weit verbreitetet Diatomeen wie *Achnanthes minutissima* KÜTZING, 1833, *Cymbella affinis* KÜTZING, 1844, *Cymbella helvetica* KÜTZING, 1844, *Diploneis ovalis* (HILSE) CLEVE, 1891, *Fragilaria ulna* var. *ulna* (NITZSCH) LANGE-BERTALOT, 1980, *Gomphonema angustum* AGARDH, 1831, *Gomphonema* sp., *Navicula cryptotenella* LANGE-BERTALOT, 1985 und *Tetracyclus rupestris* (BRAUN) GRUNOW IN VAN HEURCK, 1881. *Cymbella affinis*, *C. helvetica* und *Gomphonema angustum* stellten an einem Standort in Kärnten (Guntschach) die Hauptnahrung dar (Abb. 6). Aus Österreich ist *M. minutissima* von zwei Stellen aus Kärnten bekannt (Hermagor und Guntschach (MALICKY 2009; GRAF et al. 2004)).

Die Verbreitungsareale dieser winzigen Tiere sind relativ groß, so ist *M. minutissima* aus der Schweiz beschrieben (RIS 1897), aber auch aus Norditalien (MORETTI et al. 1996), Bulgarien (KUMANSKI 1985) und Albanien (CHVOJKA 1997) bekannt. *Stactobia caspersi* wurde von ULMER (1950) aus Bulgarien beschrieben und besiedelt ein weites Areal von der Levante und Israel (BOTOSANENU 1992), dem Balkan und den Karpaten (BOTOSANEANU & MALICKY 1978; CHVOJKA 1997) bis nach Italien (CIANFICCONI 2002).

Da die Tiere so klein sind, ist eine Verbreitung als Windplankton anzunehmen. Wie allerdings diese winzigen und fragmentierten Habitate als geeignet erkannt werden, ist ein Rätsel. Die Fertilität der Tiere ist mit 70 Eiern relativ gering.



Abb. 4: Imago von *Stactobia eatoniella*.





Abb. 5: Inselartige hygropetrische Lebensbedingungen mit hoher Dichte von *Stactobia eatoniella*; erkennbare Habitatgröße bzw. -verfügbarkeit ca. 2m².

Überschwemmungswiesen

Überflutungsflächen sind ein wesentliche Teile des aquatischen Ökosystems die in ihrer zeitlichen und räumlichen Dimension vom hydrologischen Regime der Flüsse abhängen. Aufgrund von Regulierungen und Aufstauung gehören diese hot-spots der Biodiversität (TOCKNER & STANFORD 2002) zu den am meisten gefährdeten Ökosystemen weltweit (PETTS et al. 1989; DYNESIUS & NILSSON 1994; SCHIEMER 1999; BRINSON & MALVAREZ 2002; MALMQVIST & RUNDLE 2002; SALA et al. 2000; VÖRÖSMARTY et al. 2010). Bis zu 90 % aller Auenbereiche in Europa und Nordamerika sind stark verändert (TOCKNER & STANFORD 2002). In Österreich wurden die Überflutungsflächen zu 85% ihrer Fläche reduziert (POPPE et al., 2003). Der Schutz und die Wiederherstellung von Ausuferungsbereichen gehören daher zu den Herausforderungen eines modernen



Abb. 6: Darminhalt von *M. minutissima* voller Diatomeen.



Abb. 7: Maltsch bei Wullowitz mit überschwemmten Wiesen im Frühjahr bei bereits zurückgehendem Wasserstand.



Abb.8: Makrophytenreiche temporäre Tümpel.

Gewässermanagements, das die Vernetzung von Fluss und Feuchtgebieten im Sinne eines holistischen ökologischen Ansatzes zum Ziel hat. Solche Maßnahmen sehen den Fluss und sein Umland als ein – voneinander abhängiges – Ökosystem, dessen Komponenten ökologisch untrennbar miteinander gekoppelt sind. (ORMEROD 2003; GILLER 2005; PAILLEX et al. 2009; RECKENDORFER et al. 2006, 2005; SIMONS et al. 2001; MAUCHAMP et al. 2002, NAVODARU et al. 2005, CALS et al. 1998; de VAATE et al. 2007).

Verluste an Feuchtflächen sind jedoch nicht nur auf den Ausuferungsbereiche großer Flüsse beschränkt, sondern treten an allen hydrologisch dynamischen Gewässern mit starken anthropogenen Beeinflussungen durch morphologische Veränderungen und verstärkte Landnutzung auf.

Zu gewässertypologischen Besonderheiten zählen heutzutage astatische, makrophytenreiche Überschwemmungswiesen, deren Ursprung in der frühjährlichen Abflussdynamik liegt (Abb. 7, 8). Das regelmäßige Ausufern des Flusses bietet für ethologisch/physiologisch speziell adaptierte Insektenarten einen Lebensraum, der in den vielfältig und intensiv genutzten Niederungsbereichen mitteleuropaweit zu den seltensten aquatischen Biotopen zählt.

Dementsprechend gefährdet sind auch jene – diese Gewässertypen bewohnenden Tierarten, die aufgrund rasanter larvaler Entwicklung die Verwandlung zum terrestrischen Stadium vor dem (früh-)sommerlichen Trockenfallen abschließen können. Die weiblichen Adulttiere entwickeln ihre Reproduktionsorgane erst mit Beginn des Herbstes, in dem dann auch die Kopulation erfolgt. Während aquatische Insektenarten im allgemeinen als kurzlebig zu bezeichnen sind, führen diese speziellen Lebensbedingungen also zu äußerst langlebigen Formen. Der Sommer wird in einem weitgehend inaktiven Stadium, der sommerlichen Diapause, überdauert.

Die Vorteile eine solch außergewöhnliche, von der normalen Insektenentwicklung abweichende Entwicklung zu vollziehen, liegen vor allem in der stark herabgesetzten Nahrungskonkurrenz und im verminderten Räuberdruck. Die Nahrungsressourcen (Makrophyten, Detritus) sind im Übermaß vorhanden, sodass diese Tümpel von ungeheuren Individuenzahlen und hohen Biomassen geprägt sind. Das weitgehende Fehlen von Räubern wie Fischen und Libellen in temporären Lebensräumen führt zu einer geringen larvalen Mortalität.

Als besonders charakteristisch kann die Gattung *Limnephilus* innerhalb der Insektenordnung der Köcherfliegen speziell für die Überschwemmungswiesen angesehen werden. Im Frühjahr wurde beispielsweise an überschwemmten Wiesen an der Maltsch bei Wullowitz eine überaus artenreiche Lebensgemeinschaft von typischen Arten *Limnephilus vittatus*, *L. griseus*, *L. extricatus*, *L. rhombicus*, *L. bipunctata*, *L. auricula*, *L. lunatus*, *L. sparsus*, *L. stigma*, *L. subcentralis* und *Phacopteryx brevipennis* in hohen Dichten larval nachgewiesen (OFENBÖCK et al. 2001). Im Herbst kehren die übersommernden Imagines von ihren Ruheplätzen zurück und legen die Eier ab (Abb. 9-14). Die Übersommerungsorte sind kühle, meist in höheren Lagen gelegene Plätze. Von den Gattungen *Micropterna* und *Stenophylax* ist beispielsweise bekannt, dass sie in hohen Individuenzahlen in Höhlen übersommern und dort von Fledermäusen als Nahrung genutzt werden.



Abb. 9: *Limnephilus decipiens*.

Abb. 10: *Limnephilus lunatus*.



Abb. 11: *Limnephilus rhombicus*.



Abb. 12: *Limnephilus vittatus*.



Abb. 13: *Limnephilus stigma*.



Abb. 14: *Limnephilus griseus*.

An der Maltsch konnte beobachtet werde, wie die weiblichen Imagines aus dem Wald die – im Oktober noch trockene – Wiese anflogen, um ihre Eier abzulegen. Wonach sich die Tiere dabei orientieren, ist noch unbekannt.

Eine weitere, aus Mooren gemeldete und seltene Art, *Limnephilus sericeus*, konnte in Lichtfallen und Kescherfängen im September an der Maltsch festgestellt werden.

L. auricula und *L. griseus* treten im zeitigen Frühjahr (März bis April) als reife Larven auf. Die Tiere sind durch eine rapide Entwicklung an temporäre Gewässertypen wie die durch Frühjahrshochwässer entstehenden Flachwassertümpel in Hauptstromnähe angepasst und können in diesen Biotopen massenhaft auftreten. Die Adulten übersommern mit weitgehend unentwickelten Ovarien und legen die Eier in austrocknungsresistenten Gallerthüllen ab (HILEY 1977). Erst bei neuerlicher Ver-



Abb. 15: Larve von *Siphlonurus alternatus*.

nässung endet die Dormanz der 1. Larvenstadien und eine Weiterentwicklung tritt ein (NOVAK & SEHNAL 1962). Wichtige Voraussetzungen zum Aufbau vitaler Populationen sind zeitgerechte Überschwemmungen im Winter und Frühjahr sowie die Verweildauer des Wassers, da in diese Zeit die larvale Entwicklung fällt. Dieser Faktor dürfte auch für den Aufbau geeigneter Pflanzenbestände als Nahrungsbasis verantwortlich sein, da kleinflächige Ausuferungen in den Schilfgürteln als Nahrung nur eingeschränkt geeignet sind und nicht angenommen werden.

Eine weitere Charakterart temporärer Kleingewässer ist die Phryganeidae *Trichostegia minor*. Die Art bewohnt sommerlich-austrocknende Gewässer mit zum Teil wenigen cm^2 Fläche. Die Adulten vollziehen während der Austrocknungsphase ihrer Wohngewässer eine Sommerparapause, wobei die Ovarienreife erst Monate nach dem Schlupf eintritt. Larven der Art sind hauptsächlich räuberisch und höchst resistent gegenüber niedrigem Sauerstoffgehalt des Gewässers (OTTO 1983; KOHL 1990). Zudem überstehen sie durch Verschließen des Köchers ein Austrocknen über eine Zeitspanne von 24 Stunden (OTTO 1983). *T. minor* ist vermutlich aufgrund der Notwendigkeit der raschen Larvalentwicklung an die frühjährliche Massenentwicklung ihrer Beuteorganismen (Cladoceren) angepasst, die Kleinheit des Lebensraumes könnte sich über die Verfügbarkeit der Beute positiv auswirken. Da andere langlebige aquatische Arten aufgrund der extremen Lebensbedingungen (kurze Wasserführungsperiode, konstant niedriger Sauerstoffgehalt aufgrund fehlender Makrophyten, zeitweises Zufrieren des Gewässers) weitgehend ausfallen – Ausnahmen sind dabei die flugfähigen Adultstadien räuberischer Käfer (Coleoptera) und Wasserwanzen (Heteroptera) – kann der konkurrenzfreie Raum durch den weitgehend wegfallenden Räuberdruck ideal genützt werden.

Als weiteres Element der Trichopterenzönose von temporären kleinen Fallaubtümpeln, wie auch Bächen ist der Zerkleinerer *Glyphotaelius pellucidus* zu erwähnen, der ähnliche Lebensstrategien (imaginale Sommerparapause, hohe Toleranz bezüglich Sauerstoffarmut) entwickelt hat (z.B. WICHARD 1989). Eine weitere Adaptation, die charakteristisch für Besiedler temporärer Gewässer ist, stellt die Eiablage an terrestrische Uferstrukturen dar. Die Biologie von *G. pellucidus* wurde von KAMPWERTH (2010) grundlegend untersucht. Die Eiablage erfolgt von August bis Oktober, in Schweden von Juli bis September (GULLEFORS 2010). Der Gallertlaich wird während der Austrocknungsphase der Brutgewässer an die Blattoberseite von bevorzugt Ufergehölzen in Höhen zwischen 0,5 bis 2,9 m abgelegt, wobei folgende Kriterien für die Weibchen entscheidend sind: Restpools in der Nähe, Anzahl bereits vorhandener *Glyphotaelius*-Gelege (die nach OTTO (1986) ein Austrocknen der Gelege vermindern sollen) und unbeschädigte, vitale Blätter. Die 250 bis 400 Eier benötigen etwa 17 Tage zur Embryogenese, nach 28 Tagen haben alle Erstlarven die Gallerte verlassen, wobei sie entweder bei Regen auf den Boden tropfen oder sich aktiv durch die Gallerte beißen. Landet eine Larve am Trockenen, so durchläuft sie eine Quieszenz, die bis zu 8 Monaten dauern kann. Wie andere Limnephiliden beginnen die Larven im Wasser sofort mit dem Köcherbau, der je nach Strömung unterschiedliche Formen annehmen kann. Es besteht eine ausgeprägte Nahrungspräferenz der Larven für Schwarzerle, Hainbuche und Traubenkirsche, die auch bevorzugt für den Köcherbau verwendet werden. Dabei wird die Untauglichkeit der toxischen Hybridpappel betont. Die Emergenz der Imagines findet von April bis Mai statt, auf die eine Sommerdiapause folgt. GULLERFORS (2010) fand in schwedischen Populationen eine bis zu sechsmalige Eiablage pro Weibchen, wobei die Eizahlen von 280 bei der ersten Ablage bis auf 31 abnehmen. Auf diese Weise können bis zu 680 Eier pro Weibchen produziert werden. Eine terrestrische Eiablage wird auch für die Arten *L. externus*, *L. lunatus*, *L. luridus*, *L. marmoratus*, *L. stigma*, *L. vittatus* und *Nemotaulius punctatolineatus* berichtet (EHLERT 2009).

Die Eintagsfliegenfauna tritt in temporären Gewässern nur durch die Gattung *Siphlonurus* mit den Arten *S. alternatus* und *S. aestivalis* auf. Erstere Art bewohnt Überschwemmungswiesen und temporäre Tümpel sowie temporäre Waldbäche in sehr hohen Dichten. Die Larven sind stromlinienförmige und exzellente Schwimmer, die bei Störung wie kleine Fische durch die Tümpel huschen. Ihre Kiemen sind sehr groß und beweglich,

wodurch sie sich neues Atemwasser zufächeln können (Abb. 15). Trotz der Größe von bis zu 30 mm erreicht die Art in den Überschwemmungsflächen der Maltsch eine Dichte von mehreren hundert Individuen/m² und damit auch eine beträchtliche Biomasse.

Das Zustandekommen solch komplexer aquatischer Ökosysteme wird, neben topographischen Gegebenheiten, weitgehend durch das Zusammenspiel folgender hydrologischer und morphologischer Faktoren bedingt:

- ein natürlich ausgeprägtes Abflussregime
- ein hoher Grundwasserspiegel in der Au
- ein hohes Ausuferungspotential
- die zeitliche Dimension der Ausuferung

In vielen Fällen wird bei Wiedervernässungen bzw. bei Anbindungen von Aubereichen an den Hauptfluss im Rahmen von Managementmaßnahmen die Wichtigkeit der zeitlichen Komponente unterschätzt. Gerade das exakte Zusammenspiel von Hydrologie und Lebenszyklen der besprochenen Organismen ist jedoch die Voraussetzung zur Erhaltung dieser, heute schon seltenen Lebensgemeinschaften.

Zusammenfassung

Vom Wasser überrieselte Felsen werden hygropetrische Habitate genannt, die inselartig im Verlauf von (Quell-) Bächen auftreten. Sie werden von, meist substratabweidenden, Organismen diverser Dipterenfamilien (Psychodidae, Stratiomyidae, Dixidae) sowie von drei Köcherfliegengattungen (*Tinodes*, *Stactobia*, *Microptila*) besiedelt. Vertreter der Gattungen *Stactobia* und *Microptila* leben ausschließlich auf hygropetrischen Stellen, *Tinodes zelleri* ist ebenfalls obligat daran gebunden. Fundortangaben von *Stactobia caspersi*, einer südöstlich verbreiteten Art, werden erstmals für Österreich und Slowenien gemacht. Die Art M. *minutissima* ernährt sich vornehmlich von Diatomeen, von den anderen besprochenen Köcherfliegenarten kann dies ebenfalls angenommen werden.

Überschwemmungswiesen sind temporäre Gewässer, die zwischen Herbst und Frühsommer bespannt sind. Sie werden von spezifischen Artenkombinationen besiedelt, die in dieser kurzen Zeitspanne ihre Larvalentwicklung abschließen. Die langlebigen Imagines übersommern terrestrisch und kehren erst im Herbst zur Eiablage zurück. Dieser Lebenszyklus ist speziell an austrocknende Gewässer angepasst und ist u.a. für gewisse Arten der Gattungen *Limnephilus*, *Glyphotaelius*, *Phacopteryx* und *Trichostegia* charakteristisch.

Feuchtgebiete wurden in der Vergangenheit großflächig reduziert und Überschwemmungswiesen sind hochproduktive und heute durch Flussverbauung schon sehr selten gewordene Ökosysteme.

Literatur

BOTOSANEANU L. (1992): Fauna Palaestina. Insecta VI. — Trichoptera of the Levant: 1-286.

BOTOSANEAU L. & H. MALICKY (1978): Trichoptera. — In: Limnofauna Europaeae. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

BRINSON M.M. & A.I. MALVAREZ (2002): Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. — Environ. Conserv. **29**: 115-133.

CALS M.J.R., POSTMA R., BUIJSE A.D. & E.C.L. MARTEIJN (1998): Habitat restoration along the River Rhine in The Netherlands: putting ideas into practice. — Aquat. Conserv.: Mar. Freshwater Ecosyst. **8**: 61-70.

CHVOJKA P. (1997): Contribution to the knowledge of the caddisfly fauna (Trichoptera, Insecta) of Albania. — asopis Národniho muzea ada p irodov dná **166** (1-4): 27-38.

CIANFICCONI F. (2002): The third list of Italian Trichoptera (1990-2000). — Proc. 10th Int. Symp. Trichoptera, Nova Suppl. Ent. Keltern **15**: 349-358.

DANECKER E. (1961): Studien zur hygropetrischen Fauna Biologie und Ökologie von *Stactobia* und *Tinodes* (Insect., Trichopt.). — Revue ges. Hydrobiol. **46** (2): 214-254.

DE VAATE A.B., KLINK A.G., GREIJDANUS-KLAAS M., JANS L.H., OOSTERBAAN J. & F. KOK (2007): Effects of habitat restoration on the macroinvertebrate fauna in a foreland along the river waal, the main distributary in the Rhine Delta. — River Res. Appl. **23**: 171-183.

DYNESIUS M. & C. NILSSON (1994). Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. — Science **266**: 753-762.

EHLERT T. (2009): Flugaktivität, Eiablage und Habitatbindung von Köcherfliegen (Trichoptera) an Fliessgewässern. — Essener Ökologische Schriften **27**: 1-169, Westarp Wissenschaften.

GILLER P.S. (2005): River restoration: seeking ecological standards. Editor's introduction. — J. Appl. Ecol. **42**: 201-207.

GLEICK P.H., 1996. Water resources. — In SCHNEIDER S.H. (ed.), Encyclopedia of Climate and Weather. — Oxford University Press, New York, USA. 817-823.

GRAF W., WARINGER J. & J. ZIKA-RÖMER (2004): The larva of *Microptila minutissima* RIS, 1897 (Trichoptera: Hydroptilidae). — Aquatic Insects **26**: 31-38.

GULLEFORS B. (2010): Seasonal decline in clutch size in caddisfly *Glyphotaelius pellucidus* (RETZIUS) (Trichoptera: Limnephilidae). — Denisia **29**: 125-131.

HILEY P.D. (1977): Some aspects of the life histories of Limnephilidae (Trichoptera) related to the distribution of their larvae. — Proc. of the 2nd Int. Symp. on Trichoptera, pp. 297-301.

KAMPWERTH U. (2010): Zur Ökologie von *Glyphotaelius pellucidus* (RETZIUS 1793) (Trichoptera: Limnephilidae) – Ergebnisse aus Langzeitstudien. — Lauterbornia **71**: 93-113.

KOHL R. (1990): Möglichkeiten der Gewässerbewertung mit Köcherfliegenlarven. — Schriftenreihe „Aus Natur und Landschaft im Saarland" **19/1990**: 1-65.

KRUŠNIK C. & G. URBANI (2002): Preliminary List of Slovenien Trichoptera. — Proc. 10th Int. Symp. Trichoptera, Nova Suppl. Ent. Keltern **15**: 359-364.

KUMANSKI K. (1985): Trichoptera, Annulipalpia. — In: Fauna Bulgarica **15**: 1-243, Sofia.

Malicky H. (2009): Rote Liste der Köcherfliegen Österreichs (Insecta, Trichoptera. — In: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 3: Flusskrebse, Köcherfliegen, Skorpione, Weberknechte, Zikaden **14** (3): 319-359.

Malmqvist B. & S. Rundle (2002): Threats to the running water ecosystems of the world. — Environ. Conserv. **29**: 134-153.

Mauchamp A., Chauvelon P. & P. Grillas (2002): Restoration of floodplain wetlands: opening polders along a costal river in Mediterranean France, Vistre marshes. — Ecol. Eng. **18**: 619-632.

Moretti G.P, Cianficconi F. & I. Coralli (1996): Caddisflies in Italian springs. — Crunoecia **5**: 295-298.

Navodaru I., Staras M., Buijse A.D. & J.J. De Leeuw (2005): Changes in fish populations in Danube delta lakes: effects of hydrology and water quality change. Review of results and potential for rehabilitation. — Int. J. Ecohydrol. Hydrobiol. **5**: 245-256.

Novak K. & F. Sehnal (1962): The development cycle of some species of the genus *Limnephilus* (Trichoptera). — Casopis Ceskoslovenske Spolencnosti Entomologické **1-2**: 68-80.

Ofenböck T., Römer A. & W. Graf (2001): Limnologische Untersuchung der Maltsch auf Grundlage des Makrozoobenthos. — Bericht im Auftrag der oberösterreichischen Landesregierung.

Ormerod S.J. (2003): Restoration in applied ecology: editor's introduction. — J. Appl. Ecol. **40**: 44-50.

Otto C. (1983): Behavioral and physiological adaptions to a variable habitat in two species of case making caddis larvae using different food. Oikos **41**: 188-194.

Paillex A., Doledec S., Castella E. & S. Merigoux (2009): Large river floodplain restoration: predicting species richness and trait responses to the restoration of hydrological connectivity. — J. Appl. Ecol. **46**: 250-258.

Petts G., Möller H. & A.L. Roux (eds) (1989): Historical change of large alluvial rivers: Western Europe. — Wiley: Chichester.

Poppe M., Muhar S., Egger G. & S. Schmutz (2003): Status quo der österreichischen Flusslandschaften: Erfassung und Bilanzierung der Eingriffe und Nutzungen. — Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft **55** (7-8): 122-128.

Reckendorfer W., Baranyi C., Funk A. & F. Schiemer (2006): Floodplain restoration by reinforcing hydrological connectivity: expected effects on aquatic mollusc communities. 7-8J. — Appl. Ecol. **43**: 474-484.

Reckendorfer W., Schmalfuss R., Baumgartner C., Habersack H., Hohensinner S., Jungwirth M. & F. Schiemer (2005): The Integrated River Engineering Project for the free-flowing Danube in the Austrian Alluvial Zone National Park: contradictory goals and mutual solutions. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **15**: 613-630.

Ris F. (1897): Neuropterologischer Sammelbericht 1894-96. A. Neue schweizerische Hydroptiliden. — Mitt. Schweiz. ent. Ges. **9** (10):415-423.

Sala O.E., Chapin 3rd F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. & D.H. Wall (2000): Global biodiversity scenarios for the year 2100. — Science **5459**: 1770-1774.

Schiemer F. (1999): Conservation of biodiversity in floodplain rivers. — Archiv für Hydrobiologie, Supplement **115** Large Rivers **11**: 423-438.

Tockner K. & J.A. Stanford (2002): Riverine flood plains: present state and future trends. — Environ. Conserv. **29**: 308-330.

Vörösmarty C.J., Mcintyre P.B., Gessner M.O., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S.E., Sullivan C.A., Reidy Liermann C. & P.M. Davies (2010): Global threats to human water security and river biodiversity. — Nature **467**: 555-561.

Waringer J. & W. Graf (2011): Atlas der Mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven. — Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468pp.

Wichard W. (1989): Anpassung von Köcherfliegen (Trichoptera) an periodische Gewässer. — Verh. Westd. Entom. Tag.: 79-88.

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Doz. Dr. Wolfram Graf
Universität für Bodenkultur
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Hydrobiologie, Gewässermanagement (IHG)
Max Emanuelstraße 17, 1180 Wien, Austria
E-Mail: wolfram.graf@boku.ac.at